

Resfriamento de Sementes de Soja para Reduzir a Deterioração e Manter a Qualidade Sanitária e Fisiológica



ISSN 1678-2518

Outubro, 2014

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 174

Resfriamento de Sementes de Soja para Reduzir a Deterioração e Manter a Qualidade Sanitária e Fisiológica

Jacson Zuchi
Gilberto A Peripolli Bevilaqua

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2014

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, Km 78

Caixa postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas/RS

Fone: (53) 3275-8100

www.embrapa.br/clima-temperado

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Unidade Responsável

Presidente: *Ariano Martins de Magalhães Júnior*

Secretária-Executiva: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros: *Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio*

Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho.

Suplentes: *Isabel Helena Vernetti Azambuja e Beatriz Marti Emygdio.*

Revisão de texto: *Eduardo Freitas de Souza*

Normalização bibliográfica: *Fábio Lima Cordeiro*

Foto da capa: *Paulo Lanzetta*

Editoração eletrônica: *Manuela Coitinho e Daisele Rosa (estagiárias)*

1ª edição

1ª impressão (2014): 30 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

Resfriamento de sementes de soja para reduzir a deterioração e manter a qualidade sanitária e fisiológica / Jacson Zuchi e Gilberto A. Peripolli Bevilaqua. - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014.

27 p. Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. (ISSN 1678-2518; 174).

1. Soja. 2. Armazenamento. 3. Resfriamento. 4. Temperatura. 5. Fungos. I. Bevilaqua, Gilberto A. Peripolli. II. Título. III. Série.

635.21 - CDD 21

©Embrapa 2014

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	12
Conclusões	23
Referências	23

Resfriamento de Sementes de Soja para Reduzir a Deterioração e Manter a Qualidade Sanitária e Fisiológica

Jacson Zuchi¹

Gilberto A Peripolli Bevilaqua²

Resumo

A deterioração e a qualidade sanitária de sementes de soja resfriadas artificialmente e armazenadas foram avaliadas na empresa Sementes Campo Verde Ltda., no município de Campo Verde, Mato Grosso (latitude de 15° 32' 48" S, longitude de 55° 10' 08" W e altitude de 736 metros). Dois lotes com 360 sacos de 40 Kg das cultivares Monsoy 8757, TMG 115 RR e BRS Valiosa RR de soja, um com sementes resfriadas e outro com sementes não resfriadas, foram armazenados em ambiente com temperatura média anual de 24,7 °C e 60,6% de umidade relativa. As sementes foram resfriadas por processo dinâmico com refrigerador CoolSeed, logo após passar por beneficiamento. O experimento foi instalado em abril de 2009 e cada lote teve nove unidades experimentais (sacos) em três posições (basal, mediana e superior) de três sacos cada uma, totalizando 54 unidades. A análise foi realizada em amostras de 1,5 Kg de sementes por saco, após zero, 60 e 120 dias de armazenamento. A percentagem de plântulas infeccionadas, danificadas e anormais e de sementes mortas foi avaliada nos testes de qualidade de sementes e a incidência

¹ Engenheiro-agrônomo, D.Sc., pesquisador da Fepagro, RS, jacson-zuchi@fepagro.rs.gov.br.

² Engenheiro-agrônomo, D.Sc., pesquisador da Embrapa Clima Temperado, gilberto.bevilaqua@embrapa.br.

de fungos nas sementes foi quantificada pelo blotter test. A incidência de *Cercospora kikuchi*, *Fusarium* sp. e *Phomopsis* sp. decresceu e a de *Aspergillus* sp. aumentou com o período de armazenamento.

Palavras-chave: temperatura, fungos, armazenamento.

Cooling for Deterioration Reduction and Maintenance of Sanitary Quality in Soybean Seeds

Abstract

*The deterioration degree of soybean seeds and the sanitary quality of soybean seeds artificially cooled and stored were evaluated. The experiment was settled at Sementes Campo Verde seed company, Campo Verde city, state of Mato Grosso, Brazil, latitude of 15 ° 32 '48"S, longitude of 55 ° 10' 08"W and altitude of 736 meters, with seeds of soybean cultivars Monsoy 8757, TMG 115 RR and BRS Valiosa RR. Two lots of 360 bags of 40 kg of each cultivar, one with cooled seeds and other with non-cooled seeds were studied. The seeds were stored in a facility with mean annual temperature of 24,7 °C and 60,6% of air relativity humidity. The seed cooling was done by a dynamic process, with a CoolSeed cooler, soon after the seeds passed through its classification processes. The experiment began in April 2009 and each seed pile had nine experimental units (bag) for seed quality analysis, totaling 54 experimental units. The seed quality analysis was performed on 1.5 kg sample of seeds of each bag, collected after zero, 60 and 120 days of storage. The percentage of infected, damaged and abnormal seedlings and of dead seeds in the seed quality analysis and the quantification of seeds with fungi incidence by blotter test were evaluated. The incidence of *Cercospora kikuchi*, *Fusarium* sp. and *Phomopsis* sp. decreased and *Aspergillus* sp. increased during storage. Soybean seeds artificially cooled had less deterioration.*

Key words: temperature, fungi, storage.

Introdução

A deterioração de sementes armazenadas reduz o vigor, aumenta a susceptibilidade a estresses durante a germinação (BRAGANTINI, 2005) e tem maior impacto no vigor do que na viabilidade das mesmas (WILSON JUNIOR, 1994). Por isso, a qualidade fisiológica inicial é fundamental para a manutenção da germinação e do vigor da semente durante o armazenamento (SALINAS et al., 1996).

A fração lipídica de sementes de soja, particularmente composta por ácidos graxos insaturados (linoleico e linolênico), é mais susceptível à degradação oxidativa por reações enzimáticas e não enzimáticas. A oxidação de lipídios, das membranas celulares, e o aumento da concentração de ácidos graxos livres são os principais mecanismos de deterioração de sementes (WILSON JUNIOR; MCDONALD JUNIOR, 1986).

Fungos podem reduzir a qualidade fisiológica de sementes no campo (KULIK, 1994). *Phomopsis* spp., *Fusarium* spp., *Colletotrichum truncatum* e *Cercospora kikuchii* infectam sementes de soja em desenvolvimento e/ou maturação, especialmente em condições de precipitação e temperatura elevadas nos estágios finais do ciclo da cultura (GALLI et al., 2007). Entretanto, sua incidência é menor em sementes armazenadas (HENNING; FRANÇA NETO, 1980; GOULART et al., 1995).

A incidência de fungos em sementes de soja depende do local de produção e das condições climáticas durante a maturação e colheita (GOULART et al., 1995). Regiões ao norte do paralelo 24 °S apresentam oscilações frequentes de temperatura e chuvas durante o período de maturação, o que reduz a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja (COSTA et al., 1994), sendo *Cercospora kikuchii*, *Fusarium semitectum* e *Phomopsis* sp. os principais patógenos associados a essas sementes (HENNING; YUYAMA, 1999).

A qualidade fisiológica de sementes de soja pode ser avaliada por testes de vigor, como os de envelhecimento acelerado, deterioração controlada, tetrazólio, frio, condutividade elétrica e emergência de plântulas (SALINAS et al., 2000). A deterioração de sementes armazenadas pode ser estimada pelo aumento da percentagem de plântulas anormais infeccionadas e de sementes mortas no teste de germinação e pela percentagem de sementes nas classes de vigor 4r e 5r e 3r no teste de tetrazólio.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o grau de deterioração e a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja resfriadas ou não antes do armazenamento.

Materiais e Métodos

O experimento foi instalado na empresa Sementes Campo Verde Ltda., no município de Campo Verde, Mato Grosso (latitude de 15° 32' 48" S, longitude de 55° 10' 08" W e altitude de 736 metros), em abril de 2009. Dois lotes de sementes das cultivares Monsoy 8757, TMG 115 RR e BRS Valiosa RR, um com sementes resfriadas e outro com não resfriadas, foram utilizados. Cada lote foi formado por 360 sacos de 40 Kg cada, dispostos em 30 camadas de 12 sacos.

As sementes de soja foram beneficiadas por pré-limpeza, secagem, limpeza, classificação por peneiras (peneira de 6,5 mm), espiral e mesa densimétrica, e resfriadas por processo dinâmico, empregando refrigerador CoolSeed, modelo PCS 80, de quatro circuitos refrigeradores e potência de 130 kW. As caixas de resfriamento tinham capacidade estática máxima de 19 e 11 toneladas cada. O ar atingiu a massa de sementes a 12 °C e a temperatura dos lotes resfriados foi de, aproximadamente, 18 °C, no ensaque. As sementes dos lotes não resfriados foram ensacadas a, aproximadamente, 23 °C e armazenadas em ambiente com temperatura média anual de 24,7 °C e 60,6% de umidade relativa do ar. Os sacos eram de papel multifoliado perfurado

de três folhas com microporos. O ambiente de armazenamento foi armazém de alvenaria com piso cimentado com 100 m de comprimento, 18 m de largura e pé-direito de 6,5 m.

O delineamento experimental adotado foi o de parcelas subsubdivididas, em blocos casualizados, com cada cultivar formando um bloco, com nove unidades experimentais (sacos) por lote para a análise de qualidade de semente, totalizando 54 unidades. O ar no armazém foi circulado por exaustores eólicos. Os nove sacos foram distribuídos nas posições basal, mediana e superior, com três sacos por posição, distanciadas entre si por seis camadas de sacos.

As sementes de soja foram amostradas após 0, 60 e 120 dias de armazenamento. Amostras com 1,5 Kg de sementes foram coletadas com calador metálico de 24 cm de comprimento e depositadas em caixa de papel (9 cm x 9 cm x 18 cm).

As amostras de sementes foram armazenadas em câmara fria a 10 °C e 55% de umidade relativa do ar (UR) por cinco dias, homogeneizadas em homegeneizador Boerner e analisadas segundo procedimentos das regras para análise de sementes (BRASIL, 2009) e França Neto (1999), pelos seguintes testes: teste de germinação – avaliou-se a percentagem de plântulas anormais infeccionadas e sementes mortas; teste de envelhecimento acelerado – avaliou-se a percentagem de plântulas anormais infeccionadas; teste de tetrazólio- avaliou-se a percentagem de sementes das classes de vigor 4 e 5 com danos por umidade e o número de sementes da classe 3r (sementes vigorosas da classe de vigor 3, mas com restrição). Sementes com sintoma de infecção fúngica severa ou sem defeito anatômico foram classificadas como plântulas anormais infeccionadas.

A sanidade das sementes de soja foi avaliada pelo teste de blotter (BRASIL, 2009) em “gerbox”. Vinte e cinco sementes foram desinfestadas com álcool 70% e solução de hipoclorito de sódio a 2% durante um minuto, lavadas com água destilada, autoclavadas e

colocadas em “gerbox”, sobre sete folhas de papel-filtro embebidas em água destilada e autoclavada. Essas sementes foram incubadas em laboratório, a 25 °C, durante sete dias, quando os fungos foram determinados e as sementes infectadas foram quantificadas.

A análise estatística dos dados foi realizada com o programa SAS, versão 9.0. Os dados em percentagem foram transformados em arcoseno da raiz de $x/100$, sendo x o valor em percentagem. As médias foram destransformadas para apresentação dos resultados.

Resultados e Discussão

A análise estatística do conjunto de dados mostrou interação significativa a 5% de probabilidade entre cultivar e resfriamento e, por isso, os dados foram desdobrados por cultivar para a análise de variância.

A percentagem de sementes de soja nas classes de vigor 4 e 5 aumentou de 4,8 para 8,0% naquelas resfriadas antes do armazenamento, para a cultivar Monsoy 8757 (Tabela 1), confirmando que o dano pela umidade em sementes de soja aumenta com o período de armazenamento em condições não controladas (FORTI et al., 2010). A evolução de danos pela umidade foi menor em sementes de soja armazenadas em câmara fria (10 °C e 65% UR) do que em ambiente não controlado.

Tabela 1. Indicadores de deterioração através de testes de qualidade das sementes de soja dos cultivares Monsoy 8757, TMG 115 RR e BRS Valiosa RR aos 0, 60 e 120 dias de armazenamento, dos lotes resfriado ou não.

Variável	Tratamento	Armazenamento (dias)			Média	CV (%)
		0	60	120		
Cultivar Monsoy 8757						
Classe de vigor 3r	Não resfriado	10,7	10,2	13,3	11,4	
	Resfriado	14,2	7,8	10,8	10,9	15,37
Classe de vigor 4 e 5	Não resfriado	6,0 aB	8,0 aA	7,0 aB	7,0	
	Resfriado	4,8 aB	6,3 bB	8,0 aA	6,4	17,37
Plântulas anormais infectonadas no teste de germinação	Não resfriado	2,8	14,1	6,7	7,9 a	
	Resfriado	2,4	10,7	4,7	5,9 b	20,4
Plântulas anormais infectonadas no teste de envelhecimento acelerado	Não resfriado	14,2	13,2	10,2	12,5 a	
	Resfriado	8,4	7,1	8,1	7,9 b	11,58
Sementes mortas	Não resfriado	2,1	5,6	10,1	5,9 a	
	Resfriado	1,4	4,1	6,2	3,9 b	16,33
Cultivar TMG 115 RR						
Classe de vigor 3r	Não resfriado	9,4 bB	15,0 aA	10,1 bB	11,5 b	
	Resfriado	13,3 aB	14,0 aA	16,2 aA	14,5 a	15,72

Variável	Tratamento	Armazenamento (dias)			Média	CV (%)
		0	60	120		
Classe de vigor 4 e 5	Não resfriado	6,4	10,1	8,6	8,4	16,92
	Resfriado	7,0	13,1	9,7	9,9	
Plântulas anormais infectonadas no teste de germinação	Não resfriado	4,7 aC	12,2 bA	6,9 aB	7,9	12,23
	Resfriado	4,4 aC	16,1 aA	5,6 bB	8,7	
Plântulas anormais infectonadas no teste de envelhecimento acelerado	Não resfriado	20,7	17,6	21,9	20,1 a	13,92
	Resfriado	16,6	16,1	18,6	17,1 b	
Sementes mortas no teste de germinação	Não resfriado	4,5	10,1	12,6	9,1	10,69
	Resfriado	4,2	8,8	11,1	8,0	
Cultivar BRS Valiosa RR						
Classe de vigor 3r	Não resfriado	9,6	7,9	7,7	8,4	20,82
	Resfriado	8,9	8,9	8,6	8,8	
Classe de vigor 4 e 5	Não resfriado	4,0	5,7	5,0	4,0	28,96
	Resfriado	5,7	5,3	4,4	5,7	
Plântulas anormais infectonadas no teste de germinação	Não resfriado	1,1	6,0	1,9	3,0 a	34,4
	Resfriado	0,6	3,8	1,7	2,0 b	

Variável	Tratamento	Armazenamento (dias)			Média	CV (%)
		0	60	120		
Plântulas anormais infectonadas no teste de envelhecimento acelerado	Não resfriado	5,8	3,2	2,9	4,0 b	
	Resfriado	8,3	3,1	4,2	5,2 a	20,75
Sementes mortas	Não resfriado	0,9	0,9	1,8	1,2	
	Resfriado	0,9	0,8	1,3	1,0	55,23

Obs.: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna por característica, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A percentagem de plântulas anormais infeccionadas e de sementes mortas no teste de germinação e envelhecimento acelerado foi maior nas sementes do lote não resfriado, alcançando 7,9%, 5,9% e 12,5%, respectivamente, para sementes da mesma cultivar (Tabela 1). Esta deterioração pode estar relacionada à respiração das sementes e dos microrganismos (SAUER, 1992).

A percentagem de sementes na classe de vigor 3r da cultivar TMG 115 RR foi maior no lote resfriado (14,5%) e aumentou de 13,3 para 16,2% durante o armazenamento (Tabela 1). A evolução de danos em sementes de soja armazenadas em câmara fria (10 °C e 65% UR) aumenta, especialmente em ambientes não controlados (FORTI et al., 2010).

A percentagem de sementes nas classes de vigor 4 e 5, da mesma cultivar, foi, também, maior naquelas do lote resfriado, aumentando de 7,0 para 9,7% durante o armazenamento. Os maiores valores nessas classes de vigor para sementes resfriadas podem indicar redução do processo deteriorativo das sementes que mantiveram a mesma classe de vigor. O vigor e a germinação de sementes de soja diminuíram a partir dos 120 e 210 dias, respectivamente, chegando a 100% de deterioração aos 240 dias de armazenamento em condições naturais em Alegre, Espírito Santo (MARTINS FILHO et al., 2001).

A percentagem de plântulas anormais infeccionadas no teste de envelhecimento acelerado foi 3 pontos percentuais (pp) maior nas sementes do lote não resfriado da cv. TMG 115 RR (Tabela 1), demonstrando que o resfriamento retarda a deterioração das sementes de soja. A qualidade fisiológica de sementes de soja com teor de água de 14% e armazenadas na parte superior das pilhas em sistema de aeração a frio foi menor após dois meses de armazenamento. No entanto, a redução do teor de água em 0,6 pp ao mês não diminuiu a deterioração de sementes durante o armazenamento (CARDOSO et al., 2004).

A viabilidade de sementes de soja foi baixa e diminuiu com o

período de armazenamento, mostrando serem susceptíveis a fungos como mostrado em armazém sem controle do ambiente na Índia (BHATTACHARYA; RAHA, 2002). A falta de controle ambiental pode deteriorar as sementes pelo fato da respiração modificar a temperatura e o teor de água das mesmas (ROBERT et al., 1991).

A percentagem de sementes da cv. BRS Valiosa RR, nas classes de vigor 3r, 4r e 5r variou em, aproximadamente, 1 pp durante o armazenamento e apresentou valores semelhantes entre sementes resfriadas ou não (Tabela 1). Sementes do lote não resfriado apresentaram maior percentagem de plântulas infeccionadas no teste de germinação (3,0% em média), entretanto o fato não se repetiu na percentagem de plântulas mortas no teste de envelhecimento acelerado, onde o lote resfriado apresentou 5,2% e o não resfriado apenas 4%. A percentagem de sementes mortas no teste de germinação foi semelhante entre os lotes resfriados ou não. Cunha et al. (2009) observaram que o vigor das sementes de soja caiu durante o armazenamento a 12 °C e 65% de umidade relativa, no planalto central, indicando alta susceptibilidade de sementes de soja à deterioração, mesmo quando armazenadas a temperaturas baixas.

A avaliação da qualidade sanitária das sementes mostrou que *Aspergillus* sp. foi observado aos 120 dias de armazenamento em, aproximadamente, 4% das sementes do cultivar Monsoy 8757 dos lotes resfriados ou não. A incidência de *Aspergillus* sp. antecede à de *Penicillium* sp. (FAIAD et al., 1996). Isso pode indicar progresso de deterioração das sementes (Tabela 2). A incidência de *Aspergillus* sp. foi semelhante durante o armazenamento nas sementes resfriadas ou não da cv Monsoy 8757, como demonstrado para *Penicillium* sp. em sementes armazenadas em câmara fria (TANAKA et al., 2001). O armazenamento de sementes infectadas de soja por fungos em câmara fria a 10 °C e 50% de umidade relativa, por seis meses, diminuiu a incidência de *Phomopsis sojae* e *Colletotrichum dematium* var. *truncata* (GALLI et al., 2007). Por outro lado, temperaturas de armazenamento de 18 °C e 22 °C não reduziram o número de sementes infectadas por *Fusarium* spp., *Colletotrichum dematium* var. *truncata* e *Aspergillus* spp. (HOMECHIN, 1999).

Tabela 2. Percentagem de sementes de soja das cultivares Monsoy 8757, TMG 115 RR e BRS Valiosa RR com fungo aos zero, 60 e 120 dias de armazenamento dos lotes resfriado ou não.

Fungo	Tratamento	Armazenamento (dias)			Média	CV (%)
		0	60	120		
Monsoy 8757						
Aspergillus sp.	Não resfriado	0,0	0,0	3,3	1,1	
	Resfriado	0,0	0,0	3,8	1,3	168,86
Cercospora kikuchi	Não resfriado	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Resfriado	3,0	2,7	1,1	2,3	267,9
Fusarium sp.	Não resfriado	18,9	17	15,9	17,3	
	Resfriado	24,3	18,9	12,2	18,5	31,98
Phomopsis sp.	Não resfriado	4,9	1,1	1,1	2,4	
	Resfriado	0,0	1,1	0,0	0,4	228,14
Outros	Não resfriado	12,2	2,7	8,1	7,7	
	Resfriado	3,8	3,3	7,6	4,9	106,12
Sementes mortas sem patógeno	Não resfriado	11,9	7,9	9,7	9,9	
	Resfriado	17,0	10,9	6,5	11,5	59,38
Sementes mortas com bactéria	Não resfriado	29,1	29	31,8	30,0	
	Resfriado	20,7	33,6	27,2	27,2	24,16
TMG 115 RR						
Aspergillus sp.	Não resfriado	2,7	0,0	16,2	6,3	
	Resfriado	1,1	0,0	12,7	4,6	80,58

Fungo	Tratamento	Armazenamento (dias)			Média	CV (%)
		0	60	120		
<i>Cercospora kikuchi</i>	Não resfriado	13,8	0,0	1,1	5,0	103,14
	Resfriado	9,9	1,1	1,1	4,0	
<i>Fusarium</i> sp.	Não resfriado	37,2	44,2	31,5	37,6	9,36
	Resfriado	38,9	42,2	36,4	39,1	
<i>Phomopsis</i> sp.	Não resfriado	10,3	6,8	3,3	7,0 a	116,33
	Resfriado	5,7	1,1	2,2	3,0 b	
Outros	Não resfriado	4,1	1,1	4,4	3,2	169,21
	Resfriado	3,3	0,0	10,5	4,6	
Sementes mortas sem patógeno	Não resfriado	2,7	3,3	0,0	2,0	191,62
	Resfriado	4,3	2,7	2,2	3,1	
Sementes mortas com bactéria	Não resfriado	22,8	23,2	21,8	22,6	22,37
	Resfriado	23	22,6	25,8	23,8	
BRS Valiosa RR						
<i>Aspergillus</i> sp.	Não resfriado	2,2	0,0	0,0	0,7	372,37
	Resfriado	0,0	0,0	2,7	0,9	
<i>Cercospora kikuchi</i>	Não resfriado	3,8	0,0	0,0	1,3	242,48
	Resfriado	3,8	1,1	0,0	1,6	
<i>Fusarium</i> sp.	Não resfriado	12,6	6,0	9,2	9,2 b	78,67
	Resfriado	14,2	7,3	13,4	11,6 a	

Fungo	Tratamento	Armazenamento (dias)			Média	CV (%)
		0	60	120		
<i>Phomopsis</i> sp.	Não resfriado	1,1	0,0	1,1	0,7	315,29
	Resfriado	2,7	0,0	0,0	0,9	
Outros	Não resfriado	6,3	0,0	5,7	4,0	161,48
	Resfriado	7,1	0,0	5,4	4,2	
Sementes mortas sem patógeno	Não resfriado	11,1	13,0	10,6	11,5	53,52
	Resfriado	10,6	9,6	10,0	10,1	
Sementes mortas com bactéria	Não resfriado	20,2	18,5	15,8	18,2	42,29
	Resfriado	15,9	16,4	11,2	14,5	

Obs.: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna por característica, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A incidência de *Phomopsis* sp. Foi, em média, dois pontos percentuais menor nas sementes do lote resfriado da mesma cultivar, comparativamente às sementes não resfriadas. Isso não foi devido à menor temperatura da massa de sementes, pois aquelas do lote não resfriado apresentavam maior infestação desse fungo no início do armazenamento. A presença de fungos em sementes de girassol variou com a temperatura e foi maior a 30 °C (PATEL; MISHRA, 2010).

Fusarium sp. foi mais frequente nas sementes do lote resfriado, principalmente no início do armazenamento, mas diminuiu, em média, de 21,6 para 14,0% durante o armazenamento (Tabela 2). Já nas sementes resfriadas a ocorrência do fungo reduziu-se à metade (24,3 para 12,2%). A sobrevivência de fungos em sementes está relacionada às condições do armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A percentagem de sementes mortas sem patógeno do lote resfriado do cultivar Monsoy 8757 diminuiu de 17,0 para 6,5% durante o armazenamento, mas a de sementes mortas por bactérias aumentou de 20,7 para 27,2%, indicando que a deterioração facilita a infecção das sementes por bactérias. A redução da qualidade fisiológica de sementes de soja aumentou com o período de armazenamento em Rio Verde, Goiás (DAN et al., 2010).

A infecção por *Aspergillus* sp. em sementes da cv. TMG 115 RR aumentou de 1,1 para 12,7% entre 0 e 120 dias de armazenamento no lote resfriado e de 2,7 para 16,2 dias nas sementes não resfriadas (Tabela 2). O resfriamento artificial diminuiu a proliferação desse fungo nas sementes, como relatado para sementes de mamona com maior infecção após seis meses de armazenamento sem controle do ambiente (FANAN et al., 2009) e de feijão armazenadas em cilindro hermético (BORÉM et al., 2006). A incidência de *Cercospora kikuchii* diminuiu de 13,8% para 1,1% nas sementes não resfriadas e de 9,9% para 1,1% durante o armazenamento nas sementes resfriadas (Tabela 2), o que é normal para esse fungo.

Fusarium sp. apresentou incidência acima de 30% em todas as avaliações das sementes da cv. TMG 115 RR e, aproximadamente, 5 pp maior naquelas do lote resfriado aos 120 dias de armazenamento (Tabela 2). No entanto, o armazenamento de sementes de milho a 14 °C e 40% UR não afetou a sobrevivência de *Fusarium* moliniforme (TANAKA et al., 2001).

Sementes do lote não resfriado apresentaram maior incidência de *Phomopsis* sp. (7%), com decréscimo em 5% durante o armazenamento (Tabela 2). A percentagem de sementes mortas por bactérias foi superior a 20% em todos os períodos de armazenamento e a das mortas sem patógeno não ultrapassou 5%, com maior deterioração daquelas da cultivar TMG 115 RR (Tabela 2).

A incidência de *Fusarium* sp. e *Phomopsis* sp. variou entre os lotes resfriados e não resfriados para todas as cultivares. O resfriamento não melhorou a qualidade sanitária das sementes e não reduziu a incidência de *Cercospora kikuchi*, *Fusarium* sp. e *Phomopsis* sp.

A presença de *Aspergillus* sp. foi menor que 2,7% na cultivar BRS Valiosa RR e variou entre os períodos de armazenamento nas sementes resfriadas ou não. *Cercospora kikuchii* foi mais frequente no início do armazenamento, nas sementes resfriadas ou não (Tabela 2).

A incidência de *Fusarium* sp. foi maior em sementes resfriadas (11,6%). O número de sementes infectadas com *Fusarium* spp., *Colletotrichum dematium* var. *truncata* e *Aspergillus* spp. não variou com as temperaturas de armazenamento de 18 °C e 22 °C (BIZZETTO; HOMECHIN, 1999). A redução da temperatura de 20 °C para 14 °C aumentou a mortalidade e reduziu o crescimento populacional de fungos no armazenamento, especialmente nos estágios imaturos. A tolerância e aclimação dos fungos ao frio variam com a espécie, temperatura e tempo de exposição (BANKS; FIELDS, 1995).

A incidência de *Fusarium* sp. foi maior nas sementes do lote resfriado

da cultivar BRS Valiosa RR no início do armazenamento (14,2%) (Tabela 2). Temperatura e umidade elevadas durante a maturação e a colheita de sementes de soja podem favorecer a infecção por *Phomopsis* spp. e *Fusarium* spp., principalmente *Fusarium semitectum* (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

Conclusões

O resfriamento artificial reduziu a deterioração de sementes de soja.

A incidência de *Cercospora kikuchi*, *Fusarium* sp. e *Phomopsis* sp. diminuiu e a de *Aspergillus* sp. aumentou com o período de armazenamento, independentemente do resfriamento artificial.

Referências

BANKS, J.; FIELDS, P. Physical methods for insect control in stored grain ecosystems. In: JAYAS, D.S.; WHITE, N.D.G.; MUIR, W.E. (eds.). **Stored-grain ecosystems**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 353–410.

BIZZETTO, A.; HOMECHIN, M. Microorganismos associados a sementes de soja submetidas ao armazenamento, à assepsia e à retirada do tegumento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 23, n. 1, p. 130-139, 1999.

BHATTACHARYA, K.; RAHA, S. Deteriorative changes of maize, groundnut and soybean seeds by fungi in storage. **Mycopathologia**, Den Haag, v. 155, n. 3, p. 135-141, 2002.

BORÉM, F.M.; RESENDE, O.; MACHADO, J.C.; FONTENELLE, I.M.R.; SOUSA, F.F. Controle de fungos presentes no ar e em sementes de feijão durante armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 651–659, 2006.

BRAGANTINI, C. **Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão**. Santo Antônio do Descoberto: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 187).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA / CLAV, 2009. 365 p.

CARDOSO, P.C.; BAUDET, L.; PESKE, S.T.; LUCCA FILHO, O.A. Armazenamento em sistema a frio de sementes de soja tratadas com fungicida. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 26, n. 1, p. 15-23, 2004.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.

COSTA, N.P.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C. Zoneamento ecológico do Estado do Paraná para produção de sementes de cultivares precoces de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.16, n.1, p.12-19, 1994.

CUNHA, J.P.A.R.; OLIVEIRA, P.; SANTOS, C.M.; MION, R.L. Qualidade das sementes de soja após a colheita com dois tipos de colhedora e dois períodos de armazenamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 39, n. 5, p. 1420-1425, 2009.

DAN, L.G.M.; DAN, H.A.; BARROSO, A.L.L.; BRACCINI, A.L. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 32, n. 2, p. 131-139, 2010.

FAIAD, M.G.R.; WETZEL, M.M.V.S.; SALOMÃO, A.N.; CUNHA, R. Evaluation of fungi in seed germoplasm before long term storage. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 24, n. 3, p. 505-511, 1996.

FANAN, S.; MEDINA, P.F.; CAMARGO, M.B.P.; ITO, M.F.; DUDIENAS, C. RAMOS, N.P.; GALBIERI, R. Influência da colheita e períodos de armazenamento na qualidade sanitária de sementes de mamoneira. **Summa Phytopathology**, v. 35, n. 3, p. 202-209, 2009.

FORTI, V.A.; CICERO, S.M.; PINTO, T.L.F. Avaliação da evolução de danos por “umidade” e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG 113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raios X e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 32, n.3 p. 123-133, 2010.

FRANÇA NETO, J.B. Teste de tetrazólio para determinação de do vigor de sementes. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.8, p.1-7.

FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina : EMBRAPA-CNPSO, 1984. 39p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 9).

GALLI, J.A.; PANIZI, R.C.; VIEIRA, R.D. Sobrevivência de patógenos associados a sementes de soja armazenadas durante seis meses. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 29, n. 2, p. 205-213, 2007.

GOULART, A.C.P.; PAIVA, F.A.; ANDRADE, P.J.M. Qualidade sanitária de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) produzidas no Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 17, n. 1, p. 42-46, 1995.

HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J.B. Problemas na avaliação de germinação de sementes de soja com alta incidência de *Phomopsis* sp. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.2, n.3, p.9-22, 1980.

HENNING, A.A.; YUYAMA, M.M. Levantamento da qualidade sanitária de sementes de soja produzidas em diversas regiões do Brasil, entre as safras 1992/93 e 1996/97. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 21, n. 1, p. 18-26, 1999.

HOMECHIN, M. Microorganismos associados a sementes de soja submetidas ao armazenamento, a assepsia e a retirada de tegumento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v.23, n.1, p.130-139, 1999.

KULIK, M.M. Seed quality and microorganisms. In: BASRA, A.S. (Ed.) **Seed Quality** - basic mechanisms and agricultural implications. New York: Food Products Press, 1994. p.153-171.

MARTINS FILHO, S.; LOPES, J.C.; RANGEL, O.J.P.; TAGLIAFERRE, C. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em condições de ambiente natural em Alegre-ES. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 23, n. 2, p. 201-208, 2001.

PATEL, V.V.; MISHRA, U.S. Effect of temperature on dynamics of storage fungi of oil seeds. **Vegetos**, v. 23, n. 1, p. 9-14, 2010.

ROBERT, J.B.; SEDLACEK, J D.; SIDDIQUI, M.; PRINCE, B.D. Quality of storage corn as influenced by *Sitophilus zeamais* Motsch. and several management practices. **Journal of Stored Products Research**, v. 27, n. 1, p. 225-237, 1991.

SALINAS, A.R.; CRAVIOTTO, R.M.; BISARO, V. Influencia de la calidad de la semilla de *Glycine max* (L.) Merrill en la implantación del cultivo y superación de estrés ambiental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 5, p. 379-386, 1996.

SALINAS, A.R.; ROTA, G.R.; SANTOS, D.S.B. dos; YOLDJIAN, A.M. Avaliação do envelhecimento acelerado e deterioração controlada na determinação da qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Científica Rural**, Pelotas, RS, v.5, n.1, p.159-169, 2000.

SAUER, D.B. **Storage of cereal grains and their products**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1992. 615 p.

TANAKA, M.A.S.; MAEDA, J.A.; PLAZAS, I.H.A.Z. Microflora fúngica de sementes de milho em ambientes de armazenamento. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 3, p. 501-508, 2001.

WILSON JUNIOR, D.O.; McDONALD JUNIOR, M.B. The lipid peroxidation model of seed ageing. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 14, n. 2, p. 269-300, 1986.

WILSON JUNIOR, D.O. The storage of orthodox seeds. In: BASRA, A.S. (Ed.). **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**. New York: Food Products Press, 1994. p.173-207.

